

Estudios

Influencia de la formación en fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera

Effect of physical therapy training on sighted and non-sighted people's mental rotation, spatial representation and orientation and mobility skills

S. González Zurita (*in memoriam*), J. A. Huertas Martínez,
A. B. Varas de la Fuente

Resumen

Este estudio pretende evaluar si el conocimiento del propio esquema corporal que se adquiere con los estudios de Fisioterapia influye favorablemente en un mejor desarrollo de ciertas competencias espaciales, como la rotación mental y la representación espacial, así como en la orientación de personas con ceguera. Para ello, se contó con 16 participantes: videntes, invidentes afiliados a la ONCE y estudiantes ciegos de cuarto de Fisioterapia. Se elaboraron adaptaciones táctiles de dos test visuales y se realizó una prueba de orientación. Los resultados nos permiten mantener todas las hipótesis planteadas al comienzo y abren un nuevo ámbito de investigación, interesante para promover mejoras en la rehabilitación de los afiliados.

Palabras clave

Ceguera. Fisioterapia. Rotación mental. Representación espacial. Orientación y movilidad.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Abstract

This study aimed to determine whether the understanding of one's own bodily make-up acquired in physical therapy studies favours the development of blind people's spatial skills such as mental rotation, spatial representation and orientation. A sample of 16 participants was recruited among sighted people, blind ONCE members and blind, fourth-year physical therapy students. Tactile adaptations of two visual tests were designed and an orientation trial was conducted. The findings confirmed all the working hypotheses, opening up a new and promising field of research for furthering ONCE member rehabilitation.

Key words

Blindness. Physical therapy. Mental rotation. Spatial representation. Orientation and mobility.

1. Introducción

Es bien sabido que, en personas con ceguera, una de las principales habilidades que cuesta más adquirir es la capacidad de moverse y de orientarse en el espacio con autonomía, lo que dificulta *a priori* su independencia en la movilidad diaria. Esto trae consigo la necesidad de que las tareas implicadas en la orientación y movilidad dependan de un aprendizaje explícito y estructurado (Huertas, Ochaíta y Espinosa, 1993).

En general, bajo la etiqueta de Orientación y Movilidad se amparan todos los procesos psicológicos y motóricos implicados en el desplazamiento autónomo, desde la posición corporal a los procesos de análisis perceptivos, de memoria y representación espacial, la estimación de distancias y direcciones, la toma de decisiones, etc. (Guillot, Champely, Batier, Thiriet y Collet, 2007; Huertas et al., 1993; Kozhevnikov, Motes, Rasch y Blajenkova, 2006; Meneghetti, Borella y Pazzaglia, 2016; Möhring y Frick, 2013). A continuación, nos detendremos en algunos de ellos.

1.1. Competencias espaciales

Percepción. Las personas se desplazan fácilmente por el espacio gracias a la inmensa cantidad de información que reciben de los sistemas sensoriales. Las características de la visión hacen que sea el sentido más preparado para el uso del espacio, por su carácter global, amplio y simultáneo. Como es lógico, cuando la percepción visual está

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

afectada, moverse por el espacio se vuelve una tarea mucho más compleja (Huertas et al., 1993). Desde nuestro punto de vista y en términos generales, las personas ciegas dependen más de los recuerdos y de la experiencia previa con un espacio determinado que las personas videntes, que pueden recurrir a la información que se recoge de un sentido tan espacial como es el visual.

Rotación mental. La rotación mental se entiende como la comprensión de los giros y cambios de orientación que puede sufrir un mismo objeto. Supone superar la perspectiva egocéntrica para comprender que el objeto es el mismo, aunque giren sus ejes (Kozhevnikov et al., 2006).

Estas habilidades de rotación juegan un papel esencial en múltiples experiencias de nuestra vida diaria, como son el conocimiento del entorno, la motricidad y las aplicaciones en ciencia (Meneghetti et al., 2015).

La activación de las habilidades de rotación mental requiere de dos procesos: la manipulación cognitiva y la transformación espacial del objeto imaginado. Parece que la mejora en la competencia de rotación se relaciona con la mejora de los niveles de autonomía de una persona invidente (Gunzelman y Anderson, 2004, en Guillot et al., 2007). Así, por ejemplo, se ha encontrado una correlación positiva entre la exploración táctil del objeto y el desempeño en rotación mental (Möhring y Frick, 2013). Se ha comprobado que el contar con procedimientos eficaces de exploración manual de los objetos facilita las habilidades de rotación mental y su aprendizaje y viceversa.

Se ha estudiado también el efecto de la codificación bimodal en rotación (Möhring y Frick, 2013). La integración y la representación interna de información compleja del exterior se ha demostrado que mejoran cuando se reciben de diferentes canales sensoriales y motores. Dicho de otro modo, concebimos mejor el espacio desde la combinación de sensaciones y movimientos.

La relación entre moverse mejor y contar con mayores habilidades de rotación mental y mejores destrezas motoras ya ha sido demostrada en algunos estudios (Hoyek, Champely, Collet, Fargier y Guillot, 2014). Estos autores evidenciaron que se ejecutan mejor las pruebas que activan procesos motores cuanto mejor se resuelven tareas de rotación mental. Por otra parte, Ozel, Larue y Molinaro (2004) demostraron que los atletas tienen mejores destrezas de rotación mental que un grupo de personas que no eran deportistas.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Finalmente, queremos destacar un trabajo que enlaza con el objetivo del estudio que presentamos. En este se puso de manifiesto que se resuelven mejor las tareas de rotación mental cuando los estímulos presentados representan la forma de un cuerpo humano (Krüger, Amorim y Ebersbach, 2014). Parece que nuestro conocimiento previo de las estructuras de nuestro cuerpo hace que estemos más familiarizados con el movimiento y el cambio aparente de estas.

1.2. Conocimiento del espacio y representación espacial

Nuestra experiencia del día a día con los entornos en donde nos movemos nos permite almacenar recuerdos espaciales. Cuando tenemos que usarlos, porque estamos en un espacio similar, activamos esos recuerdos, su organización y las relaciones entre los objetos que lo constituyen. Todo esto es lo que comúnmente se denomina *representación espacial* (Huertas et al., 1993).

Para representar el espacio se recogen dos tipos de información. Por un lado, la atributiva, los aspectos sobre el significado de los lugares y sus objetos, así como el valor y función que les atribuye cada persona. Por otro lado, la información localizacional que se entiende como lo relativo a la ubicación en un espacio (bi o tridimensional). Esta última recoge información de las distancias entre los elementos que conforman el espacio y de las direcciones u orientación de esos elementos (Huertas et al., 1993).

La información localizacional se puede organizar de dos maneras: bien mediante rutas, bien con configuraciones. La representación por rutas contiene información de una secuencia de hitos que se establecen en el camino que hay entre el punto de partida y el de llegada. En cambio, las representaciones se organizan de modo configuracional cuando este recuerdo del espacio contiene información dinámica, es decir, de las relaciones que cada uno de los elementos mantiene con el resto. Resulta más complejo elaborar representaciones configuracionales que de rutas (Huertas et al., 1993).

1.3. Orientación y movilidad

La orientación y movilidad es entendida como la capacidad de una persona para moverse en el espacio, tanto abierto como cerrado. Esta tarea se hace especialmente complicada cuando falla la vista, situación en que se hace necesario un programa explícito de instrucción para garantizar el movimiento y la orientación autónoma.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Las técnicas de instrucción varían desde las individuales a las grupales. La enseñanza individual facilita que el instructor se ajuste en mayor medida a las necesidades y al estilo de aprendizaje óptimo de la persona, lo que revierte en una mejor calidad de la instrucción (Ndlovu, 2003, en Higgerty y Williams, 2005; Zijlstra, Ballemans y Kempen, 2012). En general, podríamos decir que este es el método más usado en la rehabilitación de personas invidentes.

En caso de trabajar en grupo, conviene tener previamente en cuenta consideraciones tales como la idoneidad del espacio. Es más adecuada esta modalidad para la enseñanza en entornos cerrados, dejando así el aprendizaje de rutas complejas y en espacios abiertos para la instrucción individual o por pares. A pesar de ser menos usada, es cierto que tiene algunos beneficios, como el apoyo psicológico entre los miembros que asisten (Higgerty y Williams, 2005).

Algo fundamental en cualquier instrucción es manejar hábilmente la combinación de explicaciones verbales detalladas y de la enseñanza y el uso de conceptos espaciales y cartográficos con demostraciones prácticas y aprendizajes desde el sentido háptico (Higgerty y Williams, 2005). En el caso de personas con ceguera congénita, esta instrucción es especialmente delicada y compleja, pero el sistema es similar para todos (Wardell, 1973).

Como decíamos, lo habitual en la instrucción en orientación y movilidad es que esta se inicie con el aprendizaje de rutas cotidianas, con el fin de proporcionar, inicialmente, seguridad y confianza a la persona, para que luego progrese hacia el aprendizaje de rutas y configuraciones más complejas (Ballemans, Kempen y Zijlstra, 2011). Algunas investigaciones (Huertas, 1989; Ochaíta y Huertas, 1988) concluyen que cuando el aprendizaje de una ruta real se hace con el apoyo de un sistema de representación externo (verbal o cartográfico), en pocos ensayos las personas ciegas adultas pueden aprender el recorrido y trazar rutas alternativas no conocidas. El uso de mapas táctiles se ha revelado como un sistema auxiliar muy útil especialmente para aprendizaje de rutas complejas, como la orientación en glorietas, intersecciones, etc. (Higgerty y Williams, 2005; Papadopoulos y Koustriava, 2011), además de reducir el número de ensayos para que se consolide el aprendizaje del entorno real (Gual, Puyuelo, Lloverás y Merino, 2012).

Actualmente, con los avances tecnológicos, se está empezando a recurrir al uso de entornos virtuales, como, por ejemplo, simular una habitación con ciertos elementos,

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

para que la persona invidente se familiarice con el espacio y lo conozca más globalmente antes de enfrentarse a él directamente. La utilidad mayor de estos ensayos tiene que ver con la seguridad que genera conocer de manera virtual la configuración del espacio real que tiene que aprender (Lahav, Schloerbs y Srinivasan, 2015; Lahav y Mioduser, 2003).

Generalmente, los instructores centran sus esfuerzos en enseñar estrategias de rutas lineales y secuenciales. Sin embargo, crear mapas cognitivos configuracionales de los espacios es más eficiente, ya que el sujeto se hace una representación holística del lugar (Fletcher, 1980; Kitchin y Jacobson, 1997; ambos en Lahav y Mioduser, 2003). No obstante, la mayoría de los estudios que demuestran que las personas con ceguera usan principalmente estrategias de ruta al intentar reconocer y moverse por espacios nuevos (Fletcher, 1980, en Lahav y Mioduser, 2003). No queda claro si esto ocurre porque la vía secuencial es la preferente en el conocimiento espacial en las personas ciegas o si es una consecuencia del modo de instrucción que reciben.

1.4. Relación entre los procesos de rotación, representación espacial y orientación y movilidad con el aprendizaje de la estructura y función del cuerpo humano

Después de mencionar algunos artículos interesantes que guardan relación con las variables principales que presentamos, queremos ahora destacar una última investigación que relaciona el aprendizaje de ciertas asignaturas que estudian la estructura y la función del cuerpo humano en carreras sanitarias con las destrezas espaciales (Guillot et al., 2007). Evaluaron competencias en representación espacial, imágenes mentales, rotación y el aprendizaje de anatomía en una muestra de estudiantes sin problemas visuales.

El análisis de resultados presentados evidencia la relación entre habilidades espaciales y la competencia en conocimiento anatómico de los sujetos. Esta correlación tiene mayor significancia ($r=0,47$, $p<0,01$ y $r=0,35$, $p<0,001$) entre las personas con peores puntuaciones en las preguntas de anatomía ($n=37$, $n=116$). Por otro lado, también mantienen la hipótesis de que el buen desempeño en tareas de percepción visoespacial y rotación mental son los predictores más fiables del nivel de competencia alcanzado en conocimiento anatómico. Es decir, aquellos que mejor nota sacaban en anatomía ($n=31$), mejores resultados obte-

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

nían en la prueba de rotación mental ($r=-0,64$, $p<0,001$). Estos resultados han servido de base para algunos postulados de la investigación que comentamos a continuación.

A la vista de este estudio, podría pensarse que una persona con cierto grado de ceguera que tuviese formación en materias relacionadas con la anatomía y el funcionamiento motor del cuerpo humano podría tener unas competencias más avanzadas en representación y uso del espacio. Nos acercamos a la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE-UAM y nos entrevistamos con su dirección. Conocimos de primera mano cómo se impartía esta docencia, en donde se combinan descripciones verbales con exploración háptica. La fuente principal de la información la reciben a través del tacto, mediante la exploración de diversas maquetas de cada estructura que estudian, con el fin de hacerse una imagen mental completa. Esta exploración se ve facilitada por la ayuda de las explicaciones verbales que dan sentido a la configuración general que han de hacerse para aprenderla adecuadamente y lograr entender el funcionamiento real de cada parte del cuerpo.

Los estudiantes tienen que reconocer estructuras tridimensionales que ocupan un lugar y una orientación específicos y ser capaces de comprender cómo cambian de orientación y forma esas estructuras cuando ocurren los diferentes movimientos corporales. En definitiva, deben alcanzar unas buenas capacidades de rotación mental. En este sentido, es esencial, inicialmente, poner nombre a cada cara o plano en el que están. Es decir, parece que sin las explicaciones verbales y descriptivas no se entendería adecuadamente cómo se relacionan las diferentes partes del cuerpo, y el contenido estudiado quedaría incompleto.

No obstante, en los primeros cursos, a los estudiantes les resulta especialmente complicado lograr abstraer mentalmente los contenidos estudiados, ya que no solo la terminología es complicada, sino que han de acostumbrarse a esta forma de aprender. Su experiencia docente le lleva a concluir que los estudiantes que tienen un mejor esquema corporal realizan mejor las tareas que requieren poner en marcha la rotación mental. Así como aquellos con una buena y sólida formación en orientación y movilidad, luego presentan mejores destrezas para el aprendizaje del funcionamiento y movimiento de las estructuras corporales.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

2. Preguntas de Investigación

En relación a lo expuesto anteriormente, se plantean las siguientes preguntas de investigación que configuran los objetivos principales de este estudio.

1. ¿Cómo afectan los estudios de anatomía a las habilidades de rotación mental, representación espacial y a la orientación y movilidad de las personas invidentes?
2. ¿Cómo afecta el estudio de materias relacionadas con las Ciencias de la Salud a los procesos de rotación mental y representación espacial en personas videntes e invidentes?
3. ¿Existe relación entre las habilidades de rotación mental y/o representación del espacio y la orientación y movilidad?

2.1. Hipótesis

- H1a: los estudios de anatomía mejoran la capacidad de rotación mental de las personas invidentes.
- H1b: los estudios de anatomía mejoran la capacidad de representación espacial de las personas invidentes.
- H1c: los estudios de anatomía mejoran la capacidad de orientación y movilidad de las personas invidentes.
- H2a: el estudio de materias de Ciencias de la Salud mejora la capacidad de rotación mental tanto en sujetos videntes como invidentes.
- H2b: el estudio de materias de Ciencias de la Salud mejora la capacidad de representación espacial tanto en sujetos videntes como invidentes.
- H3a: las habilidades de rotación mental correlacionan con la orientación y movilidad en el espacio.
- H3b: las habilidades de representación espacial correlacionan con la orientación y movilidad en el espacio.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

3. Método

3.1. Participantes

Los participantes fueron en total 16 personas, entre los 20 y 29 años, que se subdividían en tres grupos. El primer grupo estaba formado por seis estudiantes videntes que realizaron únicamente las pruebas táctiles con los ojos tapados, de los cuales cinco tenían estudios relacionados con Ciencias de la Salud y uno de ingeniería. Con este grupo queríamos conocer el efecto que tiene resolver una tarea con un alto componente figurativo cuando de pronto no se dispone de la visión. El segundo grupo lo formaron cinco estudiantes invidentes de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE (Universidad Autónoma de Madrid). Por último, el tercer grupo lo integraban cinco jóvenes invidentes, tres de ellos eran estudiantes universitarios del ámbito de las ciencias sociales y dos no contaban con formación universitaria. En todos los casos solo incluimos personas con un buen ajuste cognitivo y social, que se determinó con una pequeña entrevista personal. Todos ellos participaron hasta el final de la investigación de manera voluntaria y altruista. Se contó con un consentimiento informado revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Autónoma de Madrid, que leyeron y firmaron todos los participantes. Se pudo acceder a ellos gracias a una persona del Consejo Territorial de la ONCE en Madrid y al anterior director de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE.

A pesar de que algunos participantes de los dos grupos de personas con ceguera tenían cierto resto visual, todos carecían de resto útil para la movilidad autónoma y habían recibido instrucción en relación a la orientación y movilidad en espacios abiertos. Estos participantes en concreto, para evitar que hiciesen un intento de aprovechamiento espacial de su resto visual, realizaron las pruebas con los ojos tapados para asegurar que todos lo hacían en igualdad de condiciones de restricción visual. El número de estudiantes de Fisioterapia con que pudimos contar determinó, por hacer grupos con el mismo número, la cantidad de personas videntes y afiliadas que formaron parte de los otros dos grupos.

3.2. Materiales, desarrollo y medidas

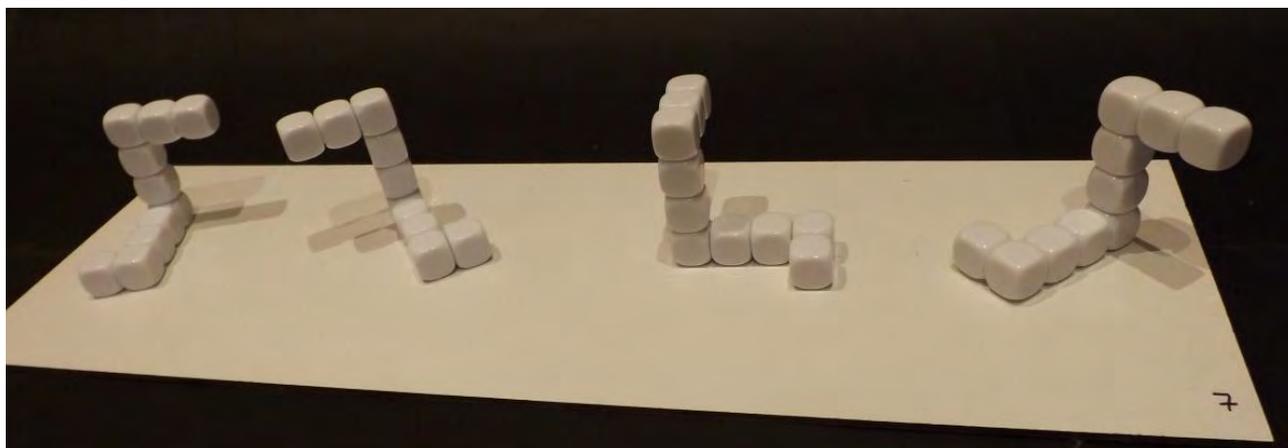
La recogida de datos se hizo mediante tres pruebas. La primera prueba, una adaptación táctil del Mental Rotation Test (MRT) de Vandenberg y Kuse (1978). La segunda, una adaptación háptica del Test de las Tres Montañas de Piaget para evaluar la variable

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

de representación mental del espacio. Por último, la tercera fue una prueba en espacio abierto que consistía en el aprendizaje de una ruta y medía el grado de orientación y movilidad de los participantes y su capacidad para trazar una ruta alternativa.

Mental Rotation Test (MRT) de Vandenberg y Kuse (1978). Realizamos una adaptación para invidentes del test original. Este constaba de 20 ítems con 5 figuras y la adaptación quedó finalmente en 10 ítems con 4 figuras. Para conseguir la prueba final, recurrimos a la ayuda de 10 personas con ceguera y otras 10 videntes con los ojos tapados, a las que les pedimos que resolviesen 15 modelos distintos. A partir de sus resultados, seleccionamos 10, incluyendo tres modelos más fáciles, tres más difíciles y cuatro de nivel intermedio. Como no queríamos comparar los resultados con la prueba visual, no hizo falta establecer relaciones de validez entre ambas. Quedaron pues 10 maquetas táctiles en tres dimensiones sobre 10 tablas de 16 x 50 centímetros (ver Figura 1). Las figuras se crearon usando un total de 500 cubos lisos blancos de 6 mm de lado cada uno. Todo ello fue fijado a una tabla con silicona. Las maquetas presentan una figura a la izquierda que actúa como modelo. A su derecha hay otras 3 figuras en diferentes orientaciones, una de las cuales es diferente al resto. El objetivo era identificar cuál de las tres es la diferente al modelo presentado.

Figura 1. Adaptación táctil del MRT

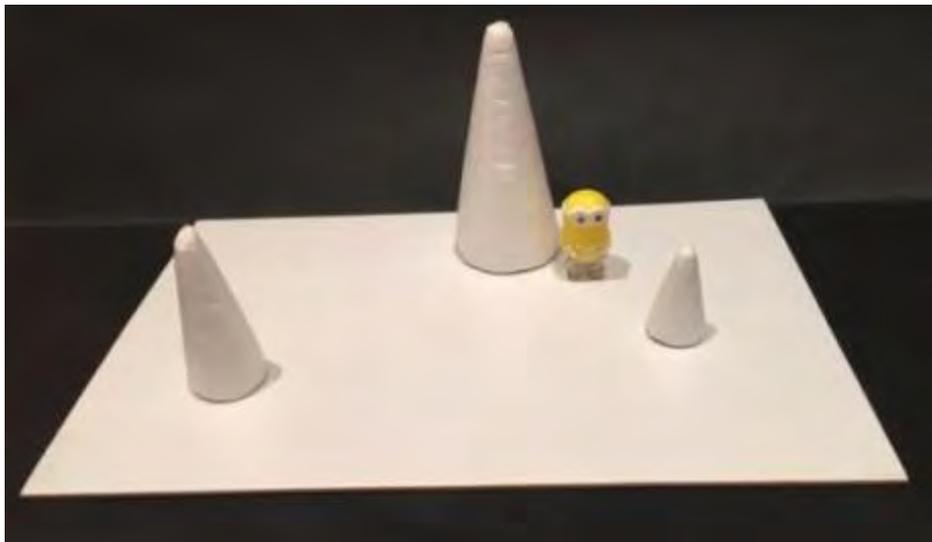


Las medidas tomadas fueron el tiempo que tardaban en realizar la exploración de cada ítem y si habían acertado o no al identificar el error, dando unas puntuaciones de 0 (acierto) o 1 (error). Para el posterior análisis, se tuvieron en cuenta el tiempo más largo y el más corto, el tiempo medio de realización de la prueba y el número total de aciertos.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Three Mountain Test de Piaget. La segunda prueba era el Three Mountain Test de Piaget (ver Figura 2). De nuevo se realizó una adaptación para invidentes recreándolo en dos maquetas. Se basaba en las adaptaciones que de esa prueba el grupo de investigación había realizado ya en sus publicaciones anteriores (Huertas y Ochaíta, 1988). Las dos tablas usadas tenían unas dimensiones de 40 x 26 centímetros. Para las montañas se usaron tres conos circulares de porexpán de 6,5, 4 y 3 centímetros de diámetro, respectivamente, y una altura de 14,5, 10 y 3 centímetros cada una. Finalmente, se usó un muñeco de 5,5 centímetros de altura en el que se diferenciaban fácilmente con el tacto tanto los pies como los ojos para poder controlar la direccionalidad de la mirada en la colocación del mismo en las maquetas sin necesidad de ver.

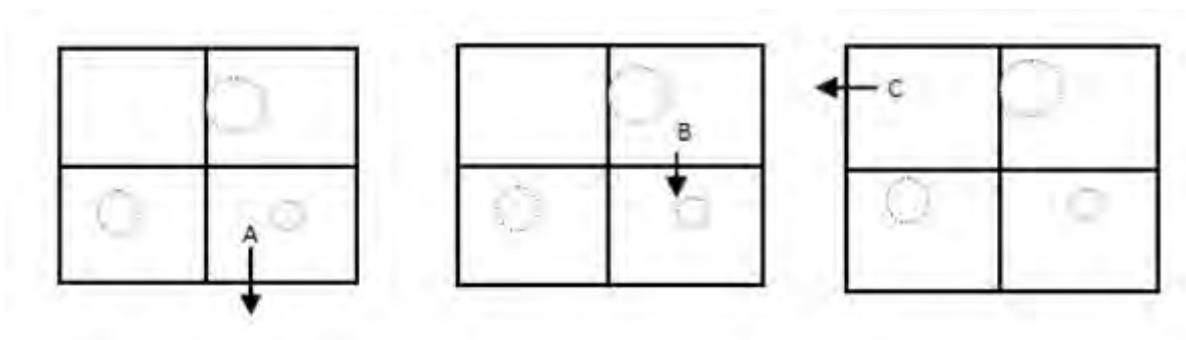
Figura 2. Adaptación táctil del Three Mountain Test de Piaget



En esta prueba las maquetas se colocaban en espejo. El sujeto se colocaba a un lado de la mesa con la maqueta mirando hacia ese lado y justo enfrente se colocaba el examinador con la maqueta en dirección opuesta, es decir, mirando hacia donde él estaba colocado. De esta manera, ambos tenían acceso a la misma maqueta con idéntica colocación. Así, el muñeco se colocó con una posición y direccionalidad de la mirada concretas en tres ocasiones (ver Figura 3). La tarea consistía en que la persona explorara la maqueta del examinador y se hiciera una representación mental de la misma identificando dónde estaba el muñeco y hacia dónde miraba. Después, se le pedía que colocara en su maqueta el muñeco en la misma posición y controlando la direccionalidad de la mirada de mismo.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Figura 3. Posiciones en el Three Mountain Test de Piaget



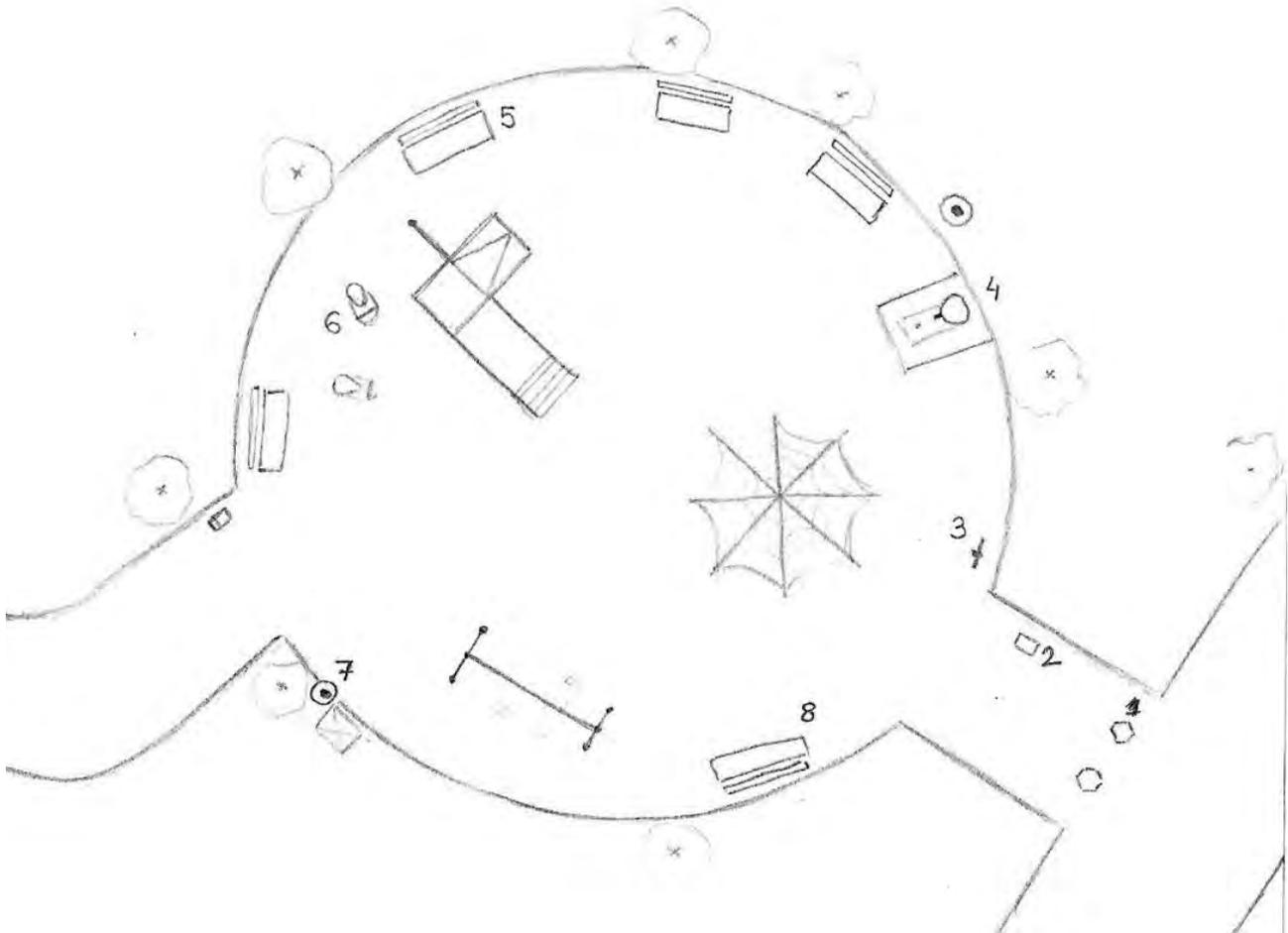
En esta prueba se medía el tiempo que tardaba la persona en explorar la maqueta del examinador y el tiempo que tardaba después en recolocar la figura en su maqueta. Además, se tenía en cuenta si la posición era la correcta en función de los dos ejes del plano y si miraba en la dirección adecuada o no. Las puntuaciones que se daban eran las siguientes: 0, acierto pleno; 0,5 si tenía bien los dos ejes y mal la dirección; 1 si fallaba en un eje, pero tenía bien la dirección; 1,5 si fallaba en un eje, pero tenía mal la dirección; 2 si fallaba en los dos ejes y tenía bien la dirección, y, por último, 2,5 si tenía mal los dos ejes y la dirección.

Aprendizaje de una ruta. La tercera prueba de orientación y movilidad se realizó en el parque situado en frente de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE (ver Figura 4). Se diseñó un recorrido circular con ocho mojones que servían de guía para el aprendizaje de la ruta (en orden: maceta, papelería, poste informativo, fuente, banco, balancín, farola y banco). Para la prueba se realizó un primer acompañamiento directo del punto 1 al 8 dando indicaciones verbales y acompañando a la persona invidente en todo momento. Después, se repetía el mismo proceso pero sin dar indicaciones verbales, tan solo haciendo el acompañamiento por la ruta. Al finalizar, se volvía al inicio haciendo la ruta inversa del punto 8 al 1. Este tercer aprendizaje facilitaba que los conocimientos se consolidaran y favorecía la representación espacial mental del parque. La evaluación se hacía tres veces consecutivas, y en todas ellas el sujeto iba solo con el bastón como guía y el evaluador permanecía un paso por detrás. Los recorridos eran grabados por otra persona que participó voluntariamente en la evaluación. Las grabaciones sirvieron para extraer los datos y analizarlos posteriormente. Las pruebas finales suponían que el sujeto hiciera el recorrido de ida y vuelta pasando por los 8 mojones secuencialmente. Después, se esperaba que el mapa cognitivo que hubiese recreado le sirviera para poder trazar un atajo y llegar del punto 8, final del recorrido, al 6 sin pasar por el 7. Para ello, posicionándole en el

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

último punto se le indicaba con el brazo la dirección a la que quedaba el inicio de la ruta aprendida.

Figura 4. Plano del parque con puntos clave para la prueba de orientación



Las variables que se tenían en cuenta eran el tiempo que tardaban en realizar el recorrido, los desvíos de trayectoria que se daban (se contaba el número total de desvíos en cada recorrido) y las ayudas recibidas (se tenía en cuenta el total de las ayudas recibidas). Si los sujetos se perdían en el recorrido, podían pedir ayudas que el examinador daba en función del nivel de necesidad. Las ayudas se graduaban en intensidad siguiendo el modelo de Huertas (1989):

- Ayuda 1: si el sujeto no es capaz de anticipar el punto siguiente al cual debe dirigirse, se le dice cuál es ese punto.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

- Ayuda 2: si el sujeto se perdía, no encontraba el punto de referencia o no sabía cómo continuar, se volvía con él hasta el mojón anterior y desde allí se le indicaba que señalase la dirección en que se suponía se encontraba el punto de referencia perdido.
- Ayuda 3: si volvía de nuevo a no encontrar el elemento correspondiente, se le acompañaba otra vez al mojón anterior y de allí se le llevaba al punto de referencia siguiente.

Además, para graduar el nivel de desvío en el atajo, las puntuaciones que se daban eran: 0 (iban directos hacia el punto 6), 0,5 (se desviaban entre el balancín y el tobogán), 1 (se iban hacia los columpios) y 1,5 (desvío total a ambos ejes). Es decir, a mejor desempeño, menor puntuación.

3.3. Procedimiento

De acuerdo con lo explicado en el apartado 3.1. *Participantes* se contó con tres grupos: personas videntes con los ojos tapados, personas con ceguera y jóvenes estudiantes de Fisioterapia con ceguera. Los videntes solo realizaron las pruebas táctiles, no hicieron el recorrido por el parque. Las pruebas de rotación y representación espacial se realizaron en un despacho y de manera individual, ambas con una duración conjunta aproximada de 40 minutos. La prueba de orientación y movilidad se hizo en el parque, de manera individual y duró un total de unos 30 minutos. Cuatro de los sujetos contaban con perro guía, pero todos ellos realizaron la prueba con el bastón para estar en igualdad de condiciones, teniendo en cuenta que todos ellos habían recibido formación en técnicas de orientación y movilidad.

Para contrabalancear los datos, y adaptándose a las necesidades personales de cada usuario en la medida de lo posible, se fue variando el orden de realización de las pruebas. Así, cuatro de las personas videntes hicieron las pruebas de rotación y representación espacial en diferentes días, mientras las otras dos las hicieron seguidas. De los estudiantes de Fisioterapia, tres de ellos realizaron las pruebas táctiles en el despacho el mismo día y realizaron la de la ruta otro día, mientras los otros dos las realizaron seguidas. Los sujetos invidentes sin formación en Fisioterapia realizaron de manera individual las pruebas en el mismo día, ya que había que ir a recogerles al domicilio y dejarles al finalizar. El orden de realización de las pruebas

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

se adaptaba a la disponibilidad del parque, ya que se esperaba a que estuviera libre para evitar distracciones durante el desempeño de la misma.

Para asegurar la representatividad de los resultados, todos los sujetos recibieron las mismas instrucciones antes de realizar las pruebas.

3.4. Diseño

Variable independiente o de grupo: perfil del sujeto (personas videntes, personas invidentes y personas invidentes estudiantes de cuarto del Grado en Fisioterapia).

Variables dependientes: rotación mental (unidades de medida: tiempo y número de aciertos), representación espacial (tiempo de exploración y colocación, posición y direccionalidad de la mirada) y orientación y movilidad (tiempo, número de desvíos, tipo de ayudas y número de ayudas).

El análisis de los resultados se llevó a cabo con el programa informático SPSS, mediante pruebas estadísticas no paramétricas: en concreto, la prueba U de Mann-Whitney, Wilcoxon y Kruskal-Wallis. La presentación de los resultados se hará partiendo de las preguntas de investigación presentadas al comienzo.

4. Resultados

a) *¿Cómo afectan los estudios de Anatomía a las habilidades de rotación mental y representación espacial a la orientación y movilidad de las personas invidentes?*

Los datos evidencian que existen diferencias en el desempeño en las tareas de rotación mental ($K-W=8,64$; $0,013$; $p<0,05$) y representación espacial ($K-W=10,29$; $0,006$; $p<0,05$) entre los tres grupos comparados. Se analizan después las diferencias entre los tres grupos por separado para ver en cuáles hay valores significativos.

Se encuentran diferencias significativas entre los sujetos invidentes y los estudiantes de Fisioterapia con ceguera, tanto en rotación mental ($z=-2,034$; $p<0,05$) como en representación espacial ($z=-2,635$; $p<0,05$). Recordemos que son personas de edad parecida, con niveles de estudios equivalentes y que llevan a cabo las pruebas sin uso funcional de la visión. Teniendo en cuenta el valor absoluto de las medias de los

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

grupos comparados, el desempeño medio es mejor en las personas ciegas con estudios de Fisioterapia (RM, *Media*=7,6; RE, *Media*=0,8) frente a las personas invidentes que no son fisioterapeutas (RM, *Media*=4,4; RE, *Media*=4,1), indicando un desarrollo notablemente mejor. Se mantienen, así, las hipótesis 1a y 1b.

En orientación y movilidad se tomaron distintas medidas. La más complicada tenía que ver con cómo realizaban el «atajo» que unía dos hitos que no eran secuenciales en la ruta, que podía implicar una capacidad de conectar puntos de manera más configuracional. Fue este indicador, el nivel de desvío que se daba al realizar el atajo (Tabla 1) el que mostró diferencias significativas entre las personas con ceguera y los fisioterapeutas con ceguera ($z=-2,081$; $p<0,05$). En cambio, no hay diferencias significativas en el resto de las medidas, ni en el camino directo ni en el inverso, como son: desvíos en ensayos previos ($D=0,90$; $I=0,52$; $p>0,05$), tiempo en realizar el recorrido ($0,42$; $0,25$; $p>0,05$) y ayudas recibidas ($0,36$; $0,40$; $p>0,05$). Cabe destacar, entonces, que el desempeño a la hora de descubrir una nueva ruta en el desvío es notablemente mejor en los estudiantes de Fisioterapia ($M=0,5$) que en los invidentes no estudiantes de Fisioterapia ($M=1,2$). Como consecuencia, se mantiene parcialmente la hipótesis 1c.

Tabla 1. Comparación de resultados entre los grupos de personas invidentes estudiantes y no estudiantes de Fisioterapia

Sujeto	Rotación mental				Representación espacial				Orientación y movilidad			
	M	DT	z	p	M	DT	z	p	M	DT	z	p
Estudiantes	7,6*	2,19	-2,034	,042	,8**	,75	-2,635	,008	,5***	,35	-2,031	,037
No estudiantes	4,4	1,14			4,1	1,14			1,2	,44		

* Media n.º aciertos en rm (puntuaciones: 0 -peor- a 10 -mejor-).

** Media RE (puntuaciones de 0 -mejor- a 7,5 -peor-).

*** Media OyM (puntuaciones de 0 -mejor- a 1,5 -peor-).

b) *¿Cómo afecta el estudio de materias relacionadas con las Ciencias de la Salud a los procesos de rotación mental y representación espacial en personas videntes e invidentes?*

Los resultados (Tabla 2) muestran que no existen diferencias significativas entre los sujetos videntes con ojos tapados y los estudiantes de Fisioterapia invidentes en ninguna

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

de las dos tareas comparadas (RM, $z=-1,226$; $0,22$, $p>0,05$; RE, $z=-0,679$; $0,49$, $p>0,05$). Ambos grupos presentan un desempeño similar en la prueba de rotación mental (videntes, $M=8,8$; fisioterapeutas invidentes, $M=7,6$) y en la de representación espacial (videntes, $M=0,5$; fisioterapeutas invidentes, $M=0,8$). Recordemos que tienen en común ser estudiantes de Ciencias de la Salud. Se mantienen así las hipótesis 2a y 2b.

Tabla 2. Comparación de resultados entre sujetos videntes y estudiantes de Fisioterapia invidentes

Sujeto	Rotación mental				Representación espacial			
	M	DT	z	p	M	DT	Z	p
Videntes	8,83	1,6	-1,226	,220	,5	,63	-,679	,497
Estudiantes Fisioterapia	7,6	2,19			,8	,75		

c) *¿Existe relación entre las habilidades de rotación mental y/o de representación del espacio y la orientación y movilidad?*

Se comparó si existía relación entre el desempeño en orientación y movilidad y las tareas táctiles de rotación y representación espacial. Esto se hizo con la variable que medía el aprendizaje de las personas invidentes de la ruta, entendiendo que el nivel de desvío al realizar el atajo era menor si la representación mental del espacio que se habían hecho era más acertada. Así se comprueba si el tener un buen desempeño en tareas de rotación mental y representación mental correlaciona con las habilidades en orientación y movilidad. Esto es algo que ya se evidencia en algunas investigaciones, como hemos visto anteriormente (por ejemplo, Guillot et al., 2007), o que avalan expertos como los profesores de la Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE, y que, además, se configura como una de las hipótesis principales de esta investigación. Los resultados obtenidos al analizar las correlaciones (Tabla 3) confirman la relación con ambas variables, siendo esta mayor con las habilidades en rotación mental ($r=-0,80$) que en representación espacial ($r=0,69$). Esta diferencia es algo que se justificará más adelante en la discusión. Por tanto, se mantienen las hipótesis 3a y 3b.

Tabla 3. Correlación entre orientación y movilidad y las variables de rotación mental y representación espacial

	Rotación mental		Representación espacial	
	Corr.	p	Corr.	p
Orientación y movilidad	-,8	,09	-,69	,18

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

5. Discusión

Uno de los objetivos principales del estudio era comprobar la influencia del estudio de materias relacionadas con las Ciencias de la Salud, como la Anatomía, en el desempeño de tareas de rotación mental, representación espacial y orientación y movilidad. Finalmente, los resultados obtenidos tras el análisis de los datos permiten considerar que tienen fundamento la mayor parte de las hipótesis que se plantearon al comienzo, con las limitaciones que comentaremos más adelante.

La similitud encontrada en la ejecución de las tareas de rotación mental en sujetos videntes estudiantes de Ciencias de la Salud cuando la realizan con los ojos tapados y estudiantes de Fisioterapia invidentes, creemos que indica el papel que tiene la formación que están recibiendo. En el caso de los videntes, se enfrentan a una tarea sin poder recurrir a las facilidades que da la visión y teniendo que echar mano de los modos que tienen de representarse los objetos, que puede ser equiparable a la necesidad de las personas ciegas de representarse el problema sin soporte visual. En ambos casos, han recibido formación sobre la estructura y la función del cuerpo humano en su carrera. Han aprendido las disposiciones espaciales, estáticas y en movimiento de las partes del cuerpo y su forma de denominarlas. Los resultados obtenidos en este estudio no nos permiten mantener esta conclusión de manera incuestionable, solo nos abren la puerta a seguir profundizando.

En relación a lo expuesto anteriormente, también se pensó que las habilidades en rotación mental podían mejorar la capacidad de los invidentes para orientarse en el espacio. Esto es algo que ya se ha comparado en sujetos videntes, viendo que aquellos que mejor se movían en el espacio, mejor hacían la tarea de rotación mental. Desde esta investigación se confirma la correlación entre el desempeño en la ruta y las tareas de rotación mental en personas invidentes. Cabe destacar su significancia y lo alta que es ($r=0,80$), presentando así un 65 % de varianza común. Además, esto se relaciona con el entrenamiento que tienen los estudiantes de Fisioterapia en las tareas de rotación mental, lo que hace que sus resultados también sean notablemente mejores en cuanto a la orientación en el espacio.

La experiencia visual ayuda a crear una representación espacial mucho más acorde con la realidad, ya que se está en contacto con la misma. En cambio, esto es más difícil de conseguir cuando no se tiene acceso al entorno de manera directa a través de la vista y hay que usar otras vías de conocimiento, como pueden ser la táctil y la

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

auditiva. Por ello, se plantea que es la experiencia en el estudio pormenorizado de estructuras anatómicas y el hecho de tener que hacer configuraciones espaciales relacionando las diversas partes del cuerpo lo que posteriormente les ayuda a generar una imagen mental del entorno. Esto es una hipótesis que se confirma desde esta investigación al ver las diferencias en el desempeño en representación espacial entre los sujetos invidentes sin estudios de Fisioterapia y aquellos con estudios de Fisioterapia, siendo los resultados mejores en estos últimos.

Como consecuencia, se puede concluir que ciertos entrenamientos específicos en rotación mental y en representación espacial ayudan a los sujetos invidentes a moverse por el espacio con mayor precisión y a hacerse una configuración espacial más ajustada a la realidad. La formación que se recibe estudiando Anatomía ayuda a contar con un esquema del funcionamiento del propio cuerpo mucho más avanzado, algo que quizás también está detrás de estas mejoras en el modo de usar eficazmente el espacio. Un conocimiento más detallado de estos aspectos puede abrir un camino que permita añadir a los programas de instrucción en orientación y movilidad algunos procedimientos útiles.

5.1. Limitaciones

Lo que aquí presentamos es solo una primera aproximación empírica que debe continuar y afianzarse. Presentamos a continuación, por esto mismo, las limitaciones que cabría tener en cuenta para futuros estudios.

La correlación obtenida entre el aprendizaje de la ruta y la rotación mental ha sido mucho mayor que la existente entre el desempeño en la ruta y la representación espacial. Esto puede deberse a que la prueba de rotación mental pasada a los sujetos era de mayor complejidad y adecuación a lo que se quería medir. En cambio, el Test de las Tres Montañas de Piaget es algo más simple y sencillo de resolver, lo que quizás haya ido en perjuicio de los resultados obtenidos. Para futuros estudios, sería conveniente buscar otra forma más adecuada de medir el nivel de representación espacial mental de las personas.

Para comprobar de manera más exacta la relación entre el estudio de materias de Ciencias de la Salud y el resto de habilidades medidas en esta investigación, hubiese sido de utilidad haber comparado, dentro de los sujetos videntes, dos grupos: uno de personas con estudios de Fisioterapia y otro con estudios no relacio-

nados con este ámbito. Los fisioterapeutas tienen una formación más intensiva en conocimientos de cinestesia y movimiento que el resto de los titulados en Ciencias de la Salud.

El acceso a los sujetos ha sido limitado, por lo que el tamaño de la muestra es reducido. Esto se podría tratar de ampliar en futuras investigaciones para tener resultados más representativos. No obstante, hay que tener en cuenta que las poblaciones de referencia y los criterios para equiparar las muestras siempre van a llevar a estudios con un número de participantes no muy numeroso.

Por otro lado, la mayoría de las investigaciones actuales en relación a lo expuesto avanzan en la dirección de la creación de entornos virtuales para estudiar la rotación mental y orientación en el espacio. En cambio, apenas existen estudios sobre la influencia del conocimiento del propio cuerpo en la rotación mental, la representación espacial y la movilidad. Es por esto necesario seguir generando nuevas líneas de investigación sobre ello, ya que los pocos resultados obtenidos hasta el momento parecen alentadores.

5.2. Líneas de investigación futuras

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, se plantean a continuación propuestas nuevas para seguir generando estudios que recojan mejoras respecto al presentado.

Resultaría interesante comprobar con mayor exactitud la influencia que ejerce el estudio pormenorizado de las estructuras del cuerpo humano en sus competencias de exploración háptica y de representación posterior en personas con ceguera. Esto podría hacerse viendo si existen diferencias en el desempeño en rotación mental entre los estudiantes con ceguera que acceden al primer año de la carrera de Fisioterapia y aquellos que ya han finalizado.

Por último, sería interesante estudiar la activación de las zonas corticales relacionadas con los procesos medidos de rotación mental, de representación espacial y de orientación y movilidad mediante electroencefalogramas. Así, se podría verificar si se activan áreas similares del cerebro al realizar este tipo de tareas, confirmando la relación que se ha estudiado en esta investigación pero a nivel neuronal.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

En definitiva, creemos que seguir estudiando en la línea que hemos iniciado permitirá una mayor comprensión de los procesos espaciales en personas con ceguera y, lo más importante, incorporar lo que vamos encontrando a los programas de instrucción en orientación y movilidad para mejorar la calidad y la seguridad de un aprendizaje tan importante para una vida autónoma.

6. Referencias bibliográficas

BALLEMANS, J., KEMPEN, G., y ZIJLSTRA, G. A. R. (2011). Orientation and mobility training for partially-sighted older adults using an identification cane: a systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 25(10), 880-891.

GUAL, J., PUYUELO, M., LLOVERÁS, J., y MERINO, L. (2012). Discapacidad visual y orientación urbana: estudio piloto sobre planos táctiles producidos en 3D. *Psychology*, 3(2), 179-190.

GUILLOT, A., CHAMPELY, S., BATIER, C., THIRIET, P., y COLLET, C. (2007). Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Advances in Health Sciences Education*, 12(4), 491-507.

HIGGERTY, M. J., y WILLIAMS, A. C. (2005). Orientation and mobility training using small groups. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 12, 755-764.

HOYEK, N., CHAMPELY, S., COLLET, C., FARGIER, P., y GUILLOT, A. (2014). Is mental rotation ability a predictor of success for motor performance? *Journal of Cognition and Development*, 15(3), 495-505.

HUERTAS, J. A. (1989). *Un estudio evolutivo y microgenético de la representación espacial y la movilidad en el entorno en los niños y adolescentes ciegos* [formato PDF]. Tesis doctoral sin publicar.

HUERTAS, J. A., y OCHAÍTA, E. (1988). *Diferentes procedimientos de externalización de la representación espacial: un estudio evolutivo con niños ciegos* [formato PDF]. *Estudios de Psicología*, 9(36), 53-72.

HUERTAS, J. A., OCHAÍTA, E., y ESPINOSA, M. A. (1993). Movilidad y conocimiento espacial en ausencia de la visión. En: A. ROSA y E. OCHAÍTA (eds.), *Psicología de la ceguera* (pp. 203-205). Madrid: Alianza Editorial.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

KOZHEVNIKOV, M., MOTES, M. A., RASCH, B., y BLAJENKOVA, O. (2006). [Perspective-taking vs. mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance \[formato PDF\]](#). *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), 397-417.

KRÜGER, M., AMORIM, M. A., y EBERSBACH, M. (2014). Mental rotation and the motor system: embodiment head over heels. *Acta Psychologica*, 145, 104-110.

LAHAV, O., y MIODUSER, D. (2003). A blind person's cognitive mapping of new spaces using a haptic virtual environment. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 3(3), 172-177.

LAHAV, O., SCHLOERBS, D. W., y SRINIVASAN, M. A. (2015). Rehabilitation program integrating virtual environment to improve orientation and mobility skills for people who are blind. *Computers & Education*, 80, 1-14.

MENEGHETTI, C., BORELLA, E., y PAZZAGLIA, F. (2016). Mental rotation training: transfer and maintenance effects on spatial abilities. *Psychological Research*, 80, 113-127.

MÖHRING, W., y FRICK, A. (2013). Touching up mental rotation: effects of manual experience on 6-month-old infants' mental object rotation. *Child Development*, 84(5), 1554-1565.

OCHAÍTA, E., y HUERTAS, J. A. (1988). [Conocimiento del espacio, representación y movilidad en las personas ciegas \[formato PDF\]](#). *Infancia y Aprendizaje*, 11(43), 123-138.

OZEL, S., LARUE, J., y MOLINARO, C. (2004). Relation between sport and spatial imagery: comparison of three groups of participants. *The Journal of Psychology*, 138(1), 49-63.

PAPADOPOULOS, K., y KOUSTRIVA, E. (2011). The impact of vision in spatial coding. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2084-2091.

WARDELL, K. T. (1973). The blind walk faster: orientation and mobility. *Journal of Rehabilitation*, 39(2), 23-25.

ZIJLSTRA, G. A. R., BALLEMANS, J., y KEMPEN, G. (2012). [Orientation and mobility training for adults with low vision: a new standardized approach \[formato PDF\]](#). *Clinical Rehabilitation*, 27(1), 3-18.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.

Sofía González Zurita. Estudiante de doctorado.

Juan Antonio Huertas Martínez. Profesor titular. Departamento de Psicología Básica. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Calle Iván Pavlov, 6; 28049 Madrid (España). Correo electrónico: juanantonio.huertas@uam.es.

Ana Beatriz Varas de la Fuente. Directora. Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE (UAM). Calle Nuria, 42; 28034 Madrid (España). Correo electrónico: avd@once.es.

GONZÁLEZ, S., HUERTAS, J. A., y VARAS, A. B. (2019). Influencia de la formación en Fisioterapia en el desarrollo de competencias de rotación mental, representación espacial, orientación y movilidad en personas videntes y con ceguera. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 9-31.